

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Cuti Panjang
Sidang Akademik 1999/2000

April 2000

IKK 204 & IKK 304 – OPERASI UNIT II

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat (termasuk Lampiran) yang bercetak sebelum anda mulakan peperiksaan ini.

Jawab **TIGA (3)** soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Bincangkan proses penyejatan. (30 markah)
- (b) Sebuah dinding dapur dibentuk daripada tiga lapisan batu bata. Lapisan dalam dibuat daripada bata api tebalnya 21 cm, $k = 1.18 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Lapisan kedua ialah bata penambat tebalnya 11 cm, $k = 0.25 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Lapisan luar ialah bata bina tebalnya 15 cm, $k = 0.69 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Dapur dioperasikan pada suhu 870°C dan suhu permukaan lapisan luar ialah 52°C . Apakah kadar kehilangan haba per m^2 ? Apakah suhu-suhu di antaramuka lapisan-lapisan itu? (70 markah)

2. (a) Bincangkan fenomena pendidihan tepu. (30 markah)
- (b) Air penyejuk yang mengalir pada $230,000 \text{ kg/h}$ memasuki satu kondenser stim pada 20°C . Kondenser tersebut mengandungi 110 tiub yang bergarispusat 2.21 cm , dan tebalnya 0.16 cm . Panjang setiap tiub ialah 4.9 m . Air keluar dari tiub-tiub itu pada 27°C . Stim tepu pada 100°C mengondensasi di atas permukaan luar tiub. Hitungkan haba terpindah, dan koefisien pemindahan haba di antara air penyejuk dan tiub. Kesan dinding terhadap kelikatan boleh diabaikan. Sifat-sifat air adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned} \rho &= 998 \text{ kg/m}^3 & \mu &= 0.922 \times 10^{-3} \text{ kg/m-s} \\ k &= 0.606 \text{ W/m}^\circ\text{C} & c_p &= 4.18 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \\ 1 \text{ W} &= 1 \text{ J/s} \end{aligned}$$

(70 markah)

3. (a) Terangkan secara ringkas tentang sudut penglihatan dalam proses penyinaran. (20 markah)

- (b) Satu cecair organik disejukkan dari 60 hingga 30°C di dalam satu tiub yang bergarispusat 3.0 cm . Suhu dinding tiub ialah malar pada 20°C . Cecair itu mengalir pada halaju 10 m/s . Hitungkan panjang tiub yang dikehendaki untuk mencapai keadaan penyejukan ini. Sifat-sifat cecair organik itu ialah:

$$\begin{aligned} \rho &= 1090 \text{ kg/m}^3 & k &= 0.26 \text{ W/m}^\circ\text{C} \\ c_p &= 2520 \text{ J/kg}^\circ\text{C} & \mu &= 7.35 \times 10^{-3} \text{ kg/m-s} \\ \mu_w &= 21.0 \times 10^{-3} \text{ kg/m-s} \end{aligned}$$

(80 markah)

4. (a) Anilina yang mengalir pada 10,000 lb/h akan disejukkan dari 200 hingga 150°F di dalam satu penukar haba dwipaip yang mempunyai jumlah luas permukaan luaran 70 ft². Toluena yang mengalir pada kadar 8,500 lb/h memasuki penukar pada 100°F. Bagi paip dalaman, $D_i = 0.12$ ft, $D_o = 0.14$ ft. Bagi paip luaran, $D_i = 0.17$ ft. Aliran adalah aruslawan. Kirakan,

- (i) suhu keluar toluena
- (ii) perbezaan suhu purata logaritma
- (iii) koefisien pemindahan haba keseluruhan

Diberi,

$$C_p (\text{anilina}) = 0.545 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

$$C_p (\text{toluena}) = 0.44 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

(45 markah)

- (b) Satu penukar haba dwipaip aliran aruslawan menggunakan minyak ($c_p = 0.50$ Btu/lb-°F) pada suhu awal 460°F untuk memanaskan air yang mengalir pada 600 lb/h dari 60 hingga 130°F. Kadar aliran minyak ialah 800 lb/h. Muatan haba bagi air ialah 1.0 Btu/lb-°F. Hitungkan

- (i) luas pemindahan haba jika U bernilai 80 Btu/ft²-h-°F,
- (ii) bilangan unit pemindahan (NTU),
- (iii) keberkesanan penukar haba ini.

$$\eta_H = [1 - e^{-N(1-C)}] / [1 - Ce^{-N(1-C)}]$$

$$N = NTU = UA/C_{\min}$$

$$C = C_{\min}/C_{\max}$$

(55 markah)

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft ²	43,560*
	m ²	4,046.85
atm	N/m ²	1.01325 × 10 ⁵
	lb _f /in. ²	14.696
Avogadro number	particles/g mol	6.022169 × 10 ²³
barrel (petroleum)	ft ³	5.6146
	gal (U.S.)	42*
	m ³	0.15899
bar	N/m ²	1 × 10 ⁵
	lb _f /in. ²	14.504
Boltzmann constant	J/K	1.380622 × 10 ⁻²³
Btu	cal _{IT}	251.996
	ft-lb _f	778.17
	J	1,055.06
	kWh	2.9307 × 10 ⁻⁴
Btu/lb	cal _{IT} /g	0.55556
Btu/lb-°F	cal _{IT} /g-°C	1*
Btu/ft ² -h	W/m ²	3.1546
Btu/ft ² -h-°F	W/m ² -°C	5.6783
Btu-ft/ft ² -h-°F	W-m/m ² -°C	1.73073
cal _{IT}	Btu	3.9683 × 10 ⁻³
	ft-lb _f	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
cm	in.	0.39370
	ft	0.0328084
cm ³	ft ³	3.531467 × 10 ⁻⁵
	gal (U.S.)	2.64172 × 10 ⁻⁴
cP (centipoise)	kg/m-s	1 × 10 ⁻³
	lb/ft-h	2.4191
	lb/ft-s	6.7197 × 10 ⁻⁴
cSt (centistoke)	m ² /s	1 × 10 ⁻⁶
faraday	C/g mol	9.648670 × 10 ⁴
ft	m	0.3048*
ft-lb _f	Btu	1.2851 × 10 ⁻³
	cal _{IT}	0.32383
	J	1.35582
ft-lb _f /s	Btu/h	4.6262
	hp	1.81818 × 10 ⁻³
ft ² /h	m ² /s	2.581 × 10 ⁻⁵
	cm ² /s	0.2581
ft ³	cm ³	2.8316839 × 10 ⁴
	gal (U.S.)	7.48052
	l	28.31684
ft ³ -atm	Btu	2.71948
	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692 × 10 ³
ft ³ /s	gal (U.S.)/min	448.83
gal (U.S.)	ft ³	0.13368
	in. ³	231*
gravitational constant	N-m ² /kg ²	6.673 × 10 ⁻¹¹
gravity acceleration, standard	m/s ²	9.80665*
h	min	60*
	s	3,600*
hp	Btu/h	2,544.43
	kW	0.74570
in.	cm	2.54*
in. ³	cm ³	16.3871
J	erg	1 × 10 ⁷
	ft-lb _f	0.73756
kg	lb	2.20462
kWh	Btu	3,412.1
l	m ³	1 × 10 ⁻³
lb	kg	0.45359237*
lb/ft ³	kg/m ³	16.018
	g/cm ³	0.016018
lb _f /in. ²	N/m ²	6.89473 × 10 ³
lb mol/ft ² -h	kg mol/m ² -s	1.3652 × 10 ⁻³
	g mol/cm ² -s	1.3652 × 10 ⁻⁴
light, speed of	m/s	2.997925 × 10 ⁸
m	ft	3.280840
	in.	39.3701
m ³	ft ³	35.3147
	gal (U.S.)	264.17
N	dyn	1 × 10 ⁵
	lb _f	0.22481
N/m ²	lb _f /in. ²	1.4498 × 10 ⁻⁴
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 ⁻³⁴
proof (U.S.)	percent alcohol by volume	0.5
ton (long)	kg	1,016
	lb	2,240*
ton (short)	lb	2,000*
ton (metric)	kg	1,000*
	lb	2,204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

† Values that end in * are exact, by definition.

PROPERTIES OF SATURATED STEAM AND WATER†

Temp. T , °F	Vapor press. p_A lb _f /in. ²	Specific vol., ft ³ /lb		Enthalpy, Btu/lb		
		Liquid v_x	Sat. vapor v_y	Liquid H_x	Vaporiza- tion λ	Sat. vapor H_y
32	0.08854	0.01602	3,306	0.00	1075.8	1075.8
35	0.09995	0.01602	2,947	3.02	1074.1	1077.1
40	0.12170	0.01602	2,444	8.05	1071.3	1079.3
45	0.14752	0.01602	2,036.4	13.06	1068.4	1081.5
50	0.17811	0.01603	1,703.2	18.07	1065.6	1083.7
55	0.2141	0.01603	1,430.7	23.07	1062.7	1085.8
60	0.2563	0.01604	1,206.7	28.06	1059.9	1088.0
65	0.3056	0.01605	1,021.4	33.05	1057.1	1090.2
70	0.3631	0.01606	867.9	38.04	1054.3	1092.3
75	0.4298	0.01607	740.0	43.03	1051.5	1094.5
80	0.5069	0.01608	633.1	48.02	1048.6	1096.6
85	0.5959	0.01609	543.5	53.00	1045.8	1098.8
90	0.6982	0.01610	468.0	57.99	1042.9	1100.9
95	0.8153	0.01612	404.3	62.98	1040.1	1103.1
100	0.9492	0.01613	350.4	67.97	1037.2	1105.2
110	1.2748	0.01617	265.4	77.94	1031.6	1109.5
120	1.6924	0.01620	203.27	87.92	1025.8	1113.7
130	2.2225	0.01625	157.34	97.90	1020.0	1117.9
140	2.8886	0.01629	123.01	107.89	1014.1	1122.0
150	3.718	0.01634	97.07	117.89	1008.2	1126.1
160	4.741	0.01639	77.29	127.89	1002.3	1130.2
170	5.992	0.01645	62.06	137.90	996.3	1134.2
180	7.510	0.01651	50.23	147.92	990.2	1138.1
190	9.339	0.01657	40.96	157.95	984.1	1142.0
200	11.526	0.01663	33.64	167.99	977.9	1145.9
210	14.123	0.01670	27.82	178.05	971.6	1149.7
212	14.696	0.01672	26.80	180.07	970.3	1150.4
220	17.186	0.01677	23.15	188.13	965.2	1153.4
230	20.780	0.01684	19.382	198.23	958.8	1157.0
240	24.969	0.01692	16.323	208.34	952.2	1160.5
250	29.825	0.01700	13.821	218.48	945.5	1164.0
260	35.429	0.01709	11.763	228.64	938.7	1167.3
270	41.858	0.01717	10.061	238.84	931.8	1170.6
280	49.203	0.01726	8.645	249.06	924.7	1173.8
290	57.556	0.01735	7.461	259.31	917.5	1176.8
300	67.013	0.01745	6.466	269.59	910.1	1179.7
310	77.68	0.01755	5.626	279.92	902.6	1182.5
320	89.66	0.01765	4.914	290.28	894.9	1185.2
330	103.06	0.01776	4.307	300.68	887.0	1187.7
340	118.01	0.01787	3.788	311.13	879.0	1190.1
350	134.63	0.01799	3.342	321.63	870.7	1192.3
360	153.04	0.01811	2.957	332.18	862.2	1194.4
370	173.37	0.01823	2.625	342.79	853.5	1196.3
380	195.77	0.01836	2.335	353.45	844.6	1198.1
390	220.37	0.01850	2.0836	364.17	835.4	1199.6
400	247.31	0.01864	1.8633	374.97	826.0	1201.0
410	276.75	0.01878	1.6700	385.83	816.3	1202.1
420	308.83	0.01894	1.5000	396.77	806.3	1203.1
430	343.72	0.01910	1.3499	407.79	796.0	1203.8
440	381.59	0.01926	1.2171	418.90	785.4	1204.3
450	422.6	0.0194	1.0993	430.1	774.5	1204.6

† Abstracted from abridged edition of "Thermodynamic Properties of Steam," by Joseph H. Keenan and Fredrick G. Keyes, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1937, with the permission of the authors and publisher.

PROPERTIES OF LIQUID WATER

Temperature T , °F	Viscosity† μ' , cP	Thermal conductivity‡ k , Btu/ft-h-°F	Density§ ρ , lb/ft ³	$\psi_f = \left(\frac{k^3 \rho^2 g}{\mu^2} \right)^{1/3}$
32	1.794	0.320	62.42	1,410
40	1.546	0.326	62.43	1,590
50	1.310	0.333	62.42	1,810
60	1.129	0.340	62.37	2,050
70	0.982	0.346	62.30	2,290
80	0.862	0.352	62.22	2,530
90	0.764	0.358	62.11	2,780
100	0.682	0.362	62.00	3,020
120	0.559	0.371	61.71	3,530
140	0.470	0.378	61.38	4,030
160	0.401	0.384	61.00	4,530
180	0.347	0.388	60.58	5,020
200	0.305	0.392	60.13	5,500
220	0.270	0.394	59.63	5,960
240	0.242	0.396	59.10	6,420
260	0.218	0.396	58.53	6,830
280	0.199	0.396	57.94	7,210
300	0.185	0.396	57.31	7,510

† From *International Critical Tables*, vol. 5, McGraw-Hill Book Company, New York, 1929, p. 10.

‡ From E. Schmidt and W. Sellschopp, *Forsch. Geb. Ingenieurw.*, 3:277 (1932).

§ Calculated from J. H. Keenan and F. G. Keyes, *Thermodynamic Properties of Steam*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1937.

$$J_H = \left(\frac{h_i}{c_p G} \right) \left(\frac{c_p \mu}{k} \right)^{2/3} (\mu_w / \mu)^{0.14}$$

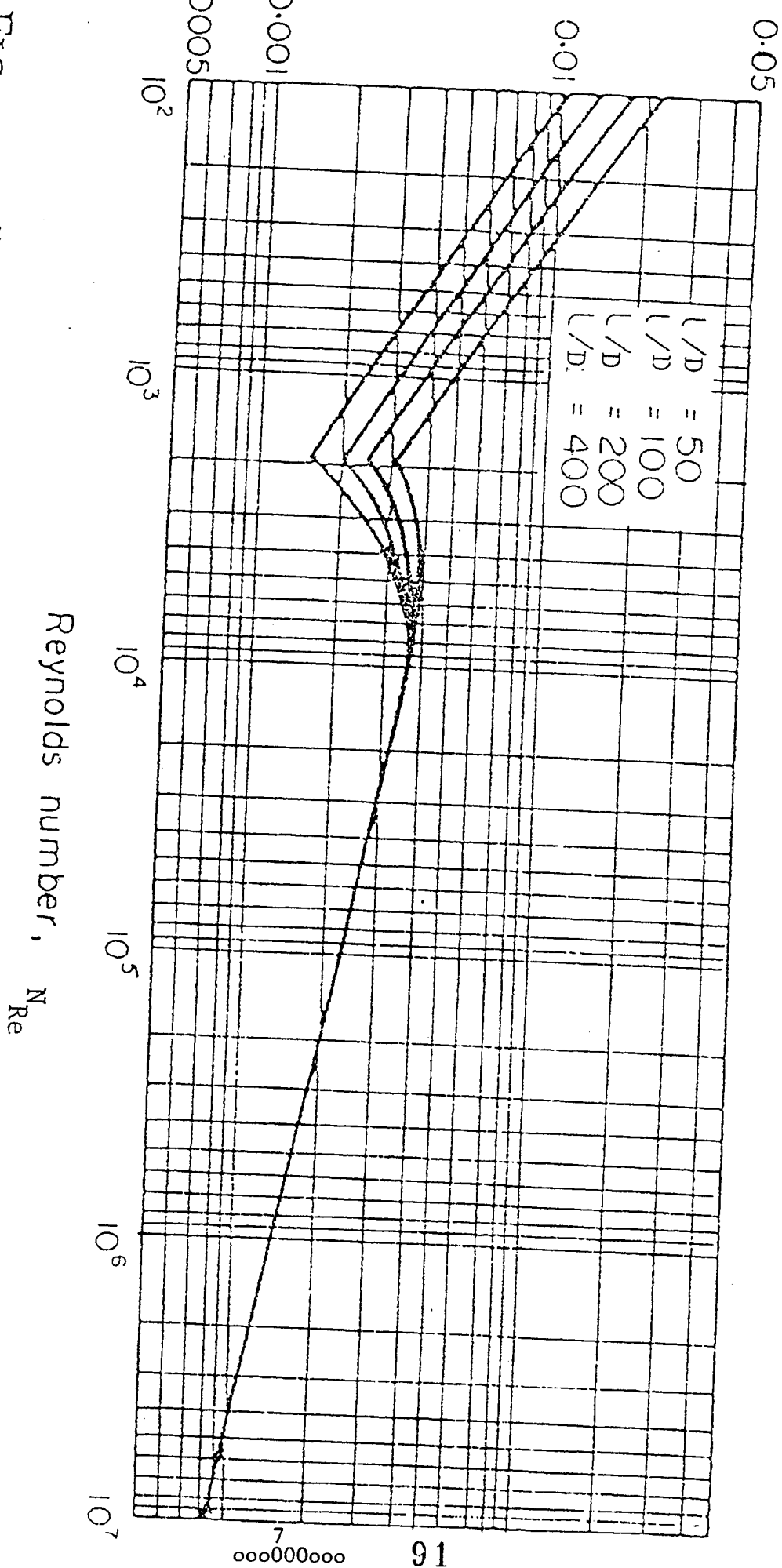


FIG. Effect of length: diameter ratio on heat transfer coefficient.